

トンダレールの材質改善に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 大池 幸史
正会員 明圓 桂一
荒井 太郎
谷 隆一郎

1. はじめに

分岐器ポイント部において、トンダレールは頭部の熱処理によって素材硬度を高めているが、分岐器の分岐線側通過車両が多いポイント部では、トンダレールの摩耗が著しく、交換周期が短いという実態がある。また近年、摩耗防止を目的とした車上からの塗油区間においてトンダレール頭部の新たな損傷（以下、ピッチング傷）が顕在化しており、トンダレールの耐摩耗性・耐損傷性の向上が望まれている。そこで本稿では、材質改善により耐摩耗性・耐損傷性を高めることを目的として開発した「HE トンダレール」について、試作及び室内試験の結果を報告する。

2. 損傷及び摩耗の対策の選定

ピッチング傷に対する耐損傷性向上のため、HE 70S レール（従来品である 70S レールに比べて炭素含有率が 0.2%増加）からトンダレールを試作した。JIS に規定される部材強度を満たしているか確認するとともに、耐摩耗性について従来品（HC トンダレール（SQ 処理、高強度 SQ 処理）、HH トンダレール（SQ 処理））との比較によって、HE 素材の強度を確認した。なお、HE 70S レールの化学成分は表 1 の通りである。

表 1 HE 70S レールの化学成分（%）

種類	C	Si	Mn	P	S	Cr
70S	0.63~0.75	0.15~0.30	0.70~1.10	0.030 以下	0.025 以下	—
HE70S	0.85~0.95	0.1~0.6	0.5~1.2	0.030 以下	0.020 以下	0.030 以下

3. HE トンダレールの試作

HE 70S レールを素材として図面（PD50N101：50N101 形式用トンダレール）に基づいて削成加工により HE トンダレールを試作した。（写真 1、2）



写真 1 頭部側面削り加工 写真 2 頭頂面こう配削り加工

キーワード トンダレール、HE 素材、耐摩耗、ピッチング傷

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日新町 2 丁目 479 JR 東日本 テクニカルセンター 分岐器 G TEL048-651-2389

4. 室内試験結果

室内試験の結果、HE トンダレールの部材強度は「JIS E 1303 鉄道用分岐器類」や「JIS E 1120 熱処理レール」の規格値を満足していた。

また、従来品との摩耗量の比較では HE トンダレールの摩耗量が小さい傾向であり、耐摩耗性向上には熱処理条件の調整よりも、素材の化学成分の変更が有効であると考えられた。以下、実施した室内試験について、HE トンダレールの結果を順に示す。

（1）頭頂面硬度測定（ショア硬度）

HE トンダレール削成後、先端から 300 mm 間隔で頭頂面硬度（ショア硬度）測定を行った。図 1 に測定位置、表 2 に測定結果を示す。

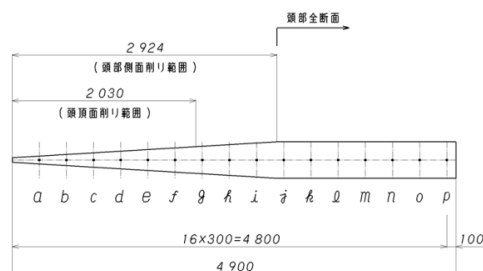


図 1 頭頂面硬度測定位置（a～p）

頭頂部の表面硬度は、「JIS E 1303 鉄道用分岐器類」に規定されている SQ の場合のショア硬度 46～56HS の範囲内であった。

表 2 頭頂面硬度測定結果（a～p）

測定点	a	b	c	d	e	f	g	h
硬度(HS)	54	55	55	54	56	55	48	48
測定点	i	j	k	l	m	n	o	p
硬度(HS)	48.5	49	48.5	48	48	48	48	48

（2）断面硬度測定（ビッカース硬度）

「JIS Z 2244 ビッカース硬度試験」に基づき、厚さ 25 mm の試料を作成し、断面を鏡面研磨後、ビッカース硬度試験を行った。なお、試験荷重は 98N（≒ 10kgf）とした。測定位置は、頭部中心から左右方向 1mm ピッチで ±30mm まで、頭頂面から下方に 1mm ピッチで 60mm までの範囲の正方形メッシュとしている。測定結果を図 2 に示す。

図2より、「JIS E 1303 鉄道用分岐器類」に規定されている断面硬化層の形状を形成していることが確認された。頭頂面から深さ 15mm までの範囲の硬化層について、ビッカース硬さは、380HV (ショア硬さ 52HS) 以上であった。

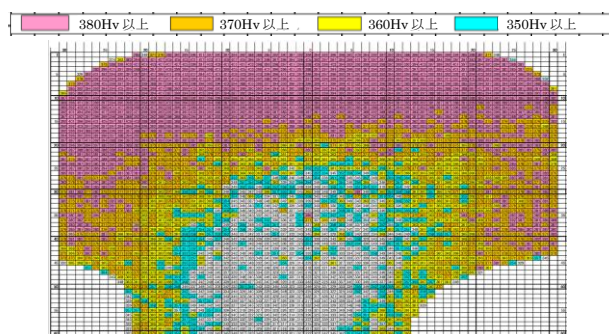


図2 断面硬度測定結果

(3) 落重試験

供試体は Tongue Rail 後端から 500 mm の位置から先端側の長さ 1200 mm とした。JIS に規定される 70S レールと同等の試験条件で落重試験を実施し浸透探傷法により確認したところ、破損・き裂は認められなかった。



写真3 落重試験結果

(4) 引張試験

「JIS Z 2241 引張試験」に基づき引張試験を実施した。測定値は 956N/mm^2 であり、 890N/mm^2 の規格値を満足していた。また、従来品 (HH Tongue Rail) よりも引張強度が高いという結果であった。

5. 従来品との耐摩耗性比較

(1) 断面硬度測定

(ア) 試験片採取箇所

先端から 300 mm 位置付近



図3 硬度試験片採取位置

(イ) 断面硬度分布 (ビッカース硬さ)

従来品 (HC Tongue Rail, HH Tongue Rail)

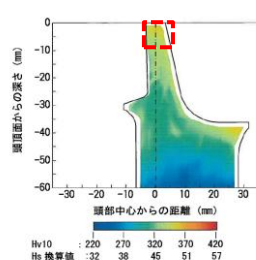


図4 HC Tongue Rail

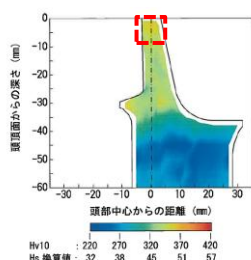


図5 HH Tongue Rail

開発品 (HE Tongue Rail)

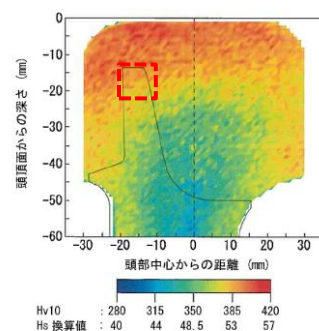


図6 HE Tongue Rail断面硬度分布

表3 断面硬度分布の比較

種類	頭頂面～5mm	頭頂面～10mm
HC	335～369Hv	327～369Hv
HH	342～362Hv	334～362Hv
HE	368～396Hv	357～396Hv

表3に示す通り、従来品に比べHE Tongue Rail は硬度が高いことが確認された。

(2) 摩耗試験

従来品及びHE Tongue Rail から試験片を製作し、摩耗試験を行った (西原式摩耗試験機を使用)。試験荷重 50kgf、滑り 9%、乾燥条件で相手材 (350Hv) との接触転がり摩耗を 50 万回実施した後の摩耗減量

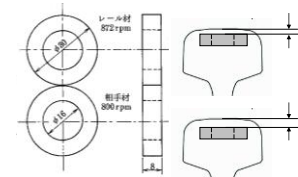


図7 試験片採取

(g) は図8の通りである。

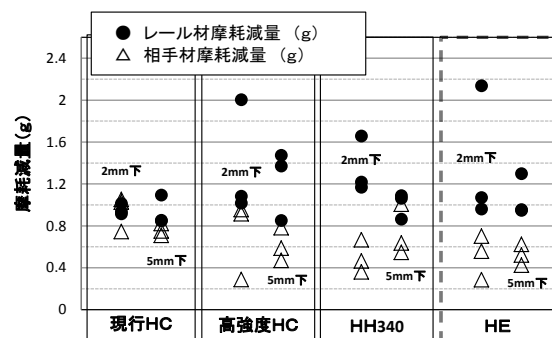


図8 レール材と相手材摩耗量の関係

6. おわりに

本研究における試験結果を纏めると下記の通り。

- ・開発したHE 70S レールは従来品よりも高い材料強度を有しており、Tongue Rail のフランジ接触箇所における硬度は従来品より高められた。
- ・素材の化学成分を変更することで硬度が高くなり、耐摩耗性の向上が図られる。

今後、本研究で開発したHE Tongue Rail を営業線に試験敷設して損傷・摩耗の推移状況を確認していく予定である。